

[OrderPatent](#)

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 082503:  
 (43) Date of publication of application: 27.09.

(51) Int. Cl H01F 6/04  
 H01F 6/00

(21) Application number: 07049622  
 (22) Date of filing: 09.03.1995

## (54) SUPERCONDUCTING MAGNET

## (57) Abstract:

PURPOSE: To prevent an increase of weight and outer dimensions and to decrease eddy current loss that causes temperature rise.

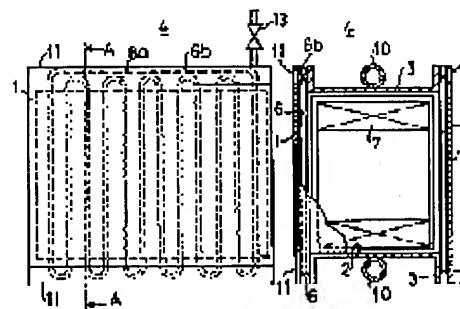
CONSTITUTION: Cooling pipes 10 are installed on the upper and the lower part of square tube type heat sink 3 and liquid nitrogen is provided as coolant inside the cooling pipes 10. A laminated board 1 is fixed on the opening part of the heat sink 3. Heat pipes 6 are provided between the plates of the laminated board 1 in the process of lamination, leaving bent parts 6a on both sides of them. Liquid nitrogen is provided inside the heat pipes 6 too. The bent parts 6a exposed at the

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(72) Inventor: NOMA CHIKAKO

upper and the lower parts of the laminated board 1 are fixed by pressing them on the side surface of the heat sinks 3 which pressing boards 11. Indium is provided between the pressing boards 11 and the laminated board 1 to raise heat transfer coefficient.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



**BEST AVAILABLE COPY**

No active tr.

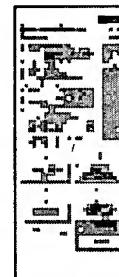
**DELPHION****RESEARCH****PRODUCTS****INSIDE DELPHION****Select CR****St**[Log Out](#) [Work Files](#) [Saved Searches](#)

My Account

Search: Quick/Number Boolean Advanced Der

**The Delphion Integrated View**Get Now:  PDF | [More choices...](#)Tools: Add to Work File:  [Create new Work](#)View: INPADOC | Jump to: [Top](#)Go to: [Derwent](#)[Email](#)**>Title: JP08250324A2: SUPERCONDUCTING MAGNET**

**Derwent Title:** Superconducting magnet structure used as electromagnetic levitation type railway - has restraining board that presses and fixes laminate on either sides of heat sink in which heat pipe is inserted [\[Derwent Record\]](#)

**Country:** JP Japan**Kind:** A (See also: [JP03563476B2](#))**Inventor:** NOMA CHIKAKO;**Assignee:** TOSHIBA CORP  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)**Published / Filed:** 1996-09-27 / 1995-03-09**Application Number:** JP1995000049622**IPC Code:** H01F 6/04; H01F 6/00;**Priority Number:** 1995-03-09 JP1995000049622

**Abstract:** PURPOSE: To prevent an increase of weight and outer dimensions and to decrease eddy current loss that causes temperature rise.

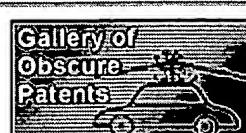
CONSTITUTION: Cooling pipes 10 are installed on the upper and the lower part of square tube type heat sink 3 and liquid nitrogen is provided as coolant inside the cooling pipes 10. A laminated board 1 is fixed on the opening part of the heat sink 3. Heat pipes 6 are provided between the plates of the laminated board 1 in the process of lamination, leaving bent parts 6a on both sides of them. Liquid nitrogen is provided inside the heat pipes 6 too. The bent parts 6a exposed at the upper and the lower parts of the laminated board 1 are fixed by pressing them on the side surface of the heat sinks 3 which pressing boards 11. Indium is provided between the pressing boards 11 are the heat sinks 3 to raise heat transfer coefficient.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

**INPADOC Legal Status:** None [Get Now: Family Legal Status Report](#)

**Family:** [Show 2 known family members](#)

**Other Abstract Info:** DERABS G96-490861 DERRG96-490861



Nominate

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-250324

(43)公開日 平成8年(1996)9月27日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 F 6/04  
6/00

識別記号

ZAA  
ZAA

庁内整理番号

F I

H 01 F 7/22

技術表示箇所

Z AAG  
Z AAF

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願平7-49622

(22)出願日

平成7年(1995)3月9日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 野間 千賀子

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

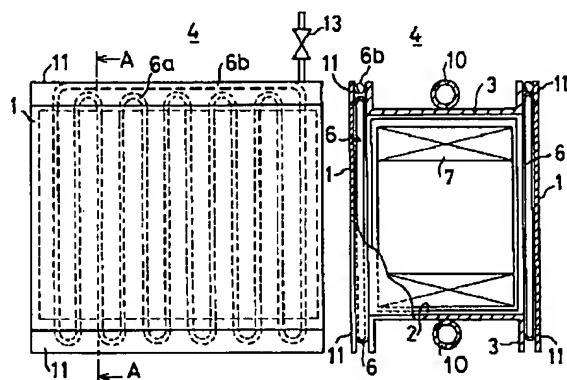
(74)代理人 弁理士 猪股 祥晃

(54)【発明の名称】 超電導磁石

(57)【要約】

【目的】重量と外形の増加を防ぎ、温度上昇の原因となる渦電流も減らす。

【構成】角筒状のヒートシンク3の上下に冷却管10を添設し、この冷却管10の内部には冷媒として液体窒素を注入する。ヒートシンク3の開口部には、積層板1を固定する。この積層板1には、この積層板1の積層過程において、ヒートパイプ6を両側の湾曲部6aを残して挟み込む。このヒートパイプ6の内部にも液体窒素を注入する。積層板1の上下に露出した湾曲部6aは、押え板11でヒートシンク3の側面に押圧し固定する。押え板11とヒートシンク3の両端との間には、熱伝達率を上げるために、インジウムを充填する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクと、このヒートシンクの両端の開口部に設けられ無端状のヒートパイプの中間部が内部に貫通された絶縁板を備えた超電導磁石。

【請求項 2】 超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクと、このヒートシンクの両端の開口部に設けられ無端状のヒートパイプの蛇行部の中間部が内部に埋設された絶縁板と、前記ヒートパイプの蛇行部の端部を前記ヒートシンクの側面に固定する押え板を備えた超電導磁石。

【請求項 3】 超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクと、このヒートシンクの両端の開口部に設けられ無端状のヒートパイプの偏平なコイル部の片側の中間部が内部に埋設された絶縁板と、前記ヒートパイプのコイル部の端部の片側を前記ヒートシンクの側面に固定する押え板を備えた超電導磁石。

【請求項 4】 超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクと、このヒートシンクの両端の開口部に設けられる絶縁板と、この一対の絶縁板を中間部の両側が貫通し、一端がヒートシンクで冷却される複数のヒートパイプを備えた超電導コイル。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、特に、渦電流による温度上昇を抑えた超電導磁石に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 従来から、磁気浮上式鉄道に採用される超電導磁石の内槽を収納する容器を構成する熱シールド板には、冷却効果を上げるために、熱伝達率に優れたアルミニウム板が採用されていた。

【0003】 ところが、この容器では、超電導コイルで発生した磁界によって、渦電流が流れるので、最近では、絶縁樹脂に強化繊維を混入した積層板を採用して渦電流による温度上昇を防いでいる。さらに、この積層板の熱伝導率の低下を補うために、この積層板に対して冷却管を挿着する方法が試みられている。

【0004】 図14は、従来の超電導磁石の内槽を収納する容器に採用された熱シールド板の一例を示す図である。図14において、ガラス強化プラスチック（GFRP）材で製作された積層板31には、ヘアピン状に蛇行して折り曲げられた冷却管32が埋設されている。

【0005】 この冷却管32の両側に形成された曲線部は、積層板31の両端に突き出しており、このうち、片側は、詳細省略したヒートシンク33の内部に突き出している。

【0006】 冷却管32の両端部は、別に設置された循環ポンプ35に接続され、この冷却管32の内部の冷媒は、積層板31とヒートシンク33の内部を蛇行し異なる方向交互に貫流することで、積層板31を冷却する。

【0007】 また、図15は、図14で示したヒートシンク33の代りに、熱交換器34が冷却管32に直列に接続された場合を示し、この例では、積層板31を冷却する冷媒は、熱交換器34によって冷却された後、積層板31の内部の冷却管32に循環ポンプ35で送り込まれる。

##### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、このように構成された超電導磁石においては、冷却管32の内部の冷媒を循環させるためには、循環ポンプ35が必要となるので、例えば、磁気浮上式鉄道に採用される超電導コイルには、重量と占有空間の制約上採用できない。そこで、本発明の目的は、重量や外形を増やすことなく、渦電流も防ぐことのできる超電導磁石を得ることである。

##### 【0009】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明の超電導磁石は、超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクの両端の開口部に対して、無端状のヒートパイプの中間部が内部に貫通された絶縁板を取り付けたことを特徴とする。

【0010】 また、請求項2に記載の発明の超電導磁石は、超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクの両端の開口部に対して、無端状のヒートパイプの蛇行部の中間部が内部に埋設された絶縁板を固定し、ヒートパイプの蛇行部の端部をヒートシンクの側面に固定する押え板を設けたことを特徴とする。

【0011】 また、請求項3に記載の発明の超電導磁石は、超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクの両端の開口部に対して、無端状のヒートパイプの偏平なコイル部の片側の中間部が内部に埋設された絶縁板を固定し、ヒートパイプのコイル部の端部の片側をヒートシンクの側面に固定する押え板を設けたことを特徴とする。

【0012】 さらに、請求項4に記載の発明の超電導磁石は、超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクの両端の開口部に対して、絶縁板を取り付け、この一対の絶縁板に対して、中間部の両側が貫通し、一端がヒートシンクで冷却される複数のヒートパイプを設けたことを特徴とする。

##### 【0013】

【作用】 請求項1に記載の発明においては、超電導コイルで発生した磁束は、絶縁板及びこの絶縁板に貫通されたヒートパイプと鎖交し、絶縁板とヒートパイプは、このヒートパイプの内部に注入された冷媒によって冷却される。

【0014】 また、請求項2に記載の発明においては、超電導コイルで発生した磁束は、絶縁板及びこの絶縁板に埋設されたヒートパイプの蛇行部と鎖交し、絶縁板とヒートパイプは、このヒートパイプの内部に注入された冷媒によって冷却され、この冷媒は、押え板を介してヒートシンクで冷却される。

【0015】また、請求項3に記載の発明においては、超電導コイルで発生した磁束は、絶縁板及びこの絶縁板に片側の中間部が埋設されたヒートパイプと鎖交し、絶縁板とヒートパイプは、このヒートパイプの内部に注入された冷媒によって冷却され、この冷媒は、押え板を介してヒートシンクで冷却される。

【0016】さらに、請求項4に記載の発明においては、超電導コイルで発生した磁束は、絶縁板及びこの絶縁板に中間部の両側が貫通したヒートパイプと鎖交し、絶縁板とヒートパイプは、このヒートパイプの内部に注入された冷媒によって冷却され、この冷媒は、ヒートパイプの一端を冷却するヒートシンクで冷却される。

#### 【0017】

【実施例】以下、本発明の超電導磁石の一実施例を図面を参照して説明する。図1(a)は、本発明の超電導磁石の第1の実施例を示す正面図、図1(b)は、図1(a)のA-A断面図(但し、一部は右側面図)である。また、図2(a)は、図1(a)の前面図、図2(b)は、図1の上端部の部分拡大斜視図である。

【0018】図1及び図2において、超電導コイル7を収納する中容器2の外側の容器4は、略長方形に組み立てられている。すなわち、アルミニウム板で製作されたヒートシンク3は、図1(b)に示すように、上下端がU字形に形成され、上下を挟む両側面も一体に形成されて、略角筒状となっている。

【0019】このヒートシンク3の両側には、以下説明するGFRP材の積層板1がボルトで固定されている。また、ヒートシンク3の上下端の中央部には、同じくアルミニウム材の冷却パイプ10が添設されている。

【0020】このうち、積層板1には、この積層板1の図5で後述する製造経程において、従来の技術で示した図14及び図15に示すように、複数のヘアピン状に湾曲形成されたヒートパイプ6の中央部が積層板1の中央部に埋設され、このヒートパイプ6の両端の湾曲部6aは、積層板1の上下の端面から露出している。ヒートパイプ6の上端の左右端は、接続管6bで互いに接続され、右端には、封じ切り用のバルブ13が接続されている。

【0021】ヒートパイプ6の内部は、冷媒として液体窒素が注入され、内槽2の内部には、液体ヘリウムが封入されている。容器4と内槽2との間は、真空となっている。容器4とこの容器4の外側の外容器との間も、真空となっている。

【0022】積層板1の上下端には、アルミニウム板から製作された帯板状の押え板11が設けられ、この押え板11は、この押え板11とシートシンク3の両側に貫通された複数のボルトによってヒートシンク3の両側に固定されている。この結果、ヒートパイプ6の湾曲部6aと接続管6bは、押え板11によってシートシンク3に押圧されている。

【0023】なお、押え板11とヒートシンク3の間に

は、押え板11とヒートシンク3及びこの間のヒートパイプ6との熱伝導率を上げるために、あらかじめインジウムが挿入されている。

【0024】このように構成された超電導磁石においては、コイル7への通電によって発生した磁束は、左右の積層板1を貫通するが、従来のアルミニウム板材で製作された容器のような回路が形成されないので、高い超電力は発生せず、渦電流による損失、すなわち、温度上昇を防ぐことができる。

【0025】一方、積層板1は、この積層板1の内部に埋設されたヒートパイプ6の内部の液体窒素によって冷却され、この液体窒素は、上下の湾曲部6aと接続部6bがヒートシンク3を介して冷却パイプ10の液化窒素によって冷却される。

【0026】なお、上記実施例において、積層材1の内部の強化繊維は、ガラス繊維を使用した例で説明したが、ガラス繊維の代り炭素繊維を使ってCFRP材の積層材としてもよい。

【0027】また、上記実施例において、ヒートパイプ6や冷却管10は、断面が長方形の角管を用いてもよい。この場合には、曲げ部の形成の作業性は劣るが、ヒートシンク3の表面との接触面積を増やすことができるので、両者間の熱伝達率を上げることができる利点がある。

【0028】さらに、ヒートパイプ6の湾曲部6a、接続部6bや、冷却管10とヒートシンク3との接觸部分には、銀ろうで接続することで、熱伝達を更に良好にするとともに、この超電導コイルが車両などの振動を受ける用途に採用された場合の耐震性を上げるようにしてもよい。

【0029】次に、図3は、本発明の超電導磁石の第2の実施例を示す図で、(a)は図1に対応する正面図、(b)は図3(a)のB-B断面図、図4は、図3(a)の前面図である。図3及び図4において、図1及び図2と大きく異なるところは、積層板1Aに埋設されたヒートパイプ6Aの湾曲形状である。

【0030】すなわち、図3及び図4に示したヒートパイプ6Aは、断面が偏平なコイル状に形成され、このヒートパイプ6Aの偏平部の片側が積層板1Aに埋設され、他側は積層板1Aの外側に露出している。また、容器4Aの底部は、両端が上方に折り曲げられてU字状をなすシールド底板14で形成されている。

【0031】ヒートパイプ6Aは、図3において左側の上端と右側の下端が、積層板1Aの外側に配設された接続管6cで接続されている。その他、積層板1Aの上端には、ヒートパイプ6Aの上端をヒートシンク3の左右に固定する押え板11が図1、図2と同様に設けられ、ヒートシンク3の上面に対して、冷却パイプ10が添設されている。

【0032】このように構成された超電導磁石において

は、ヒートパイプ 6 A のコイル部分の巻数を増やすことができるだけでなく、隣接したパイプを流れる冷媒の方向を同一とすることができるので、隣接したパイプ間における熱交換のおそれを解消することもできる。また、ヒートパイプ 6 の上端で冷却された冷媒の重力による流下が円滑に行われる。

【0033】次に、図 5 (a) は、図 3 及び図 4 で示した積層板 1 A とヒートパイプ 6 の製造の過程を示す説明図で、(b) は (a) の D-D 断面図である。また、図 6 (a) は、図 3 で示した積層板 1 A とヒートパイプ 6 A の単体を示す正面図、図 6 (b) は図 6 (a) の E-E 断面図である。

【0034】図 5 (a), (b) に示すように、積層板 1 A にヒートパイプ 6 A を埋設するときは、ガラスマットにエポキシ樹脂を含浸させた片側の積層材 1 a の上面に所定の数と長さの細管 12 を所定の間隔で重ねる。各細管 12 の間に幅の狭い積層材 1 b を重ね、この積層材 1 b の上に、積層材 1 a と同一寸法の積層材 1 c を重ねる。

【0035】これらを加熱・乾燥して一体の板状にし接合し硬化させた後、各細管 12 を折り曲げ、隣接した細管 12 の上端にろう付する。最後に接続管 6 c と封じ切りバルブ 13 を接続し、液体窒素を注入する。封じ切りバルブ 13 は、なるべくヒートシンク 3 に近い部分に設けることにより、冷媒の封入作業の作業性を上げることができる。

【0036】次に、本発明の超電導磁石の第 3 の実施例を図 7 及び図 8 で説明する。このうち、図 7 (a) は、図 1 及び図 3 に対応する正面図、図 7 (b) は、図 7 (a) の C-C 断面図、図 8 は、図 7 の前面図である。

【0037】図 7 及び図 8においては、図 3 で示したヒートシンク 3 の代りに、両側が下側に折り曲げられたシールド上板 15 で容器の上端が形成されている。また、左右の積層板 1 B の内部には、無端状の複数のヒートパイプ 6 B の一部が、図 9、図 10 及び図 11 で後述する方法で埋設されている。このヒートパイプ 6 B の上端は、詳細省略した別置のヒートシンク 3 A の内部に突き出ている。このヒートシンク 3 A には、液体窒素が封入された熱交換器となっている。この場合には、各ヒートパイプ 6 B をヒートシンク 3 A で直接冷却することができる、熱伝達効率が上がり、冷却効果を上げることができるもの。

【0038】次に、図 9 は、図 7 及び図 8 で示した積層板 1 B とヒートパイプ 6 B の製造の過程を示す説明図で、図 5 及び図 6 に対応する図である。図 9 及び図 10 に示すように、ガラスマットにエポキシ樹脂を含浸させた片側の積層材 1 a の上面に所定の数と長さの細管 12 を所定の間隔で重ねる。各細管 12 の間に幅の狭い積層材 1 b を重ね、この積層材 1 b の上に、積層材 1 a と同一寸法の積層材 1 c を重ねる。

【0039】これらを加熱して一体の板状にし接合し硬化させた後、図 11 の斜視図に示すように各細管 12 の中央部分を U 字状に折り曲げ、各細管 12 の上端に対して図 7 (b) で示す略 V 字状に折り曲げた細管をろう付する。

【0040】最後に、図示しない封じ切りバルブ 13 を接続し、液体窒素を注入する。封じ切りバルブ 13 は、なるべくヒートシンク 3 に近い部分に設けることにより、冷媒の封入作業の作業性を上げることができる。このように構成された超電導磁石においても、ヒートパイプ 6 B の数を増やすことができるので、冷却効果を上げることができる。

【0041】次に、図 12 は、本発明の超電導磁石の第 4 の実施例を示す説明図である。図 12 は、図 1 から図 8 で示した超電導コイルにおいて、ヒートパイプ 6 A, 6 B の内部の冷媒の気相・凝縮・液化の相変化を促進させて、積層板 1, 1 A, 1 B の冷却効果を上げる方法を示している。

【0042】なお、ヒートパイプ 6 の形状は、図 1 及び図 2 で示した超電導磁石に組み込んだ場合で示しているが、図 3, 4 及び図 7, 8 に示した超電導コイルに組み込んだヒートパイプについても同様である。

【0043】図 12においては、ヒートパイプ 6 とヒートシンク 3 を接続する細管のうち、右側の細管に対して、詳細省略した入熱部 16 が接続されている。この入熱部 16 から伝達された熱によって、気相の冷媒の上昇速度を上げることで、冷媒の気相・凝縮・液化の相変化を促進させて、熱輸送の効率を上げることもできる。

【0044】また、図 13 は、本発明の超電導コイルの第 5 の実施例を示す説明図で、図 7 で示した超電導コイルの各ヒートパイプ 6 B の上端を冷却する手段として、図 7 で示したヒートシンク 3 A の一例として冷凍機 8 のコールドステージ 9 を利用した場合を示す。

【0045】この場合には、冷凍機 8 で冷却されたシートシンクを介して冷却される場合と比べて、直接冷却することができるので、熱伝達効率を上げることができると利点がある。

#### 【0046】

【発明の効果】以上、請求項 1 に記載の発明によれば、超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクの両端の開口部に対して、無端状のヒートパイプの中間部が内部に貫通された絶縁板を取り付けることで、超電導コイルで発生した磁束を絶縁板及びこの絶縁板に貫通されたヒートパイプと鎖交させ、絶縁板とヒートパイプをこのヒートパイプの内部に注入された冷媒によって冷却したので、重量や外形を増やすことなく、渦電流も防ぐことのできる超電導磁石を得ることができる。

【0047】また、請求項 2 に記載の発明によれば、超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクの両端の開口部に対して、無端状のヒート

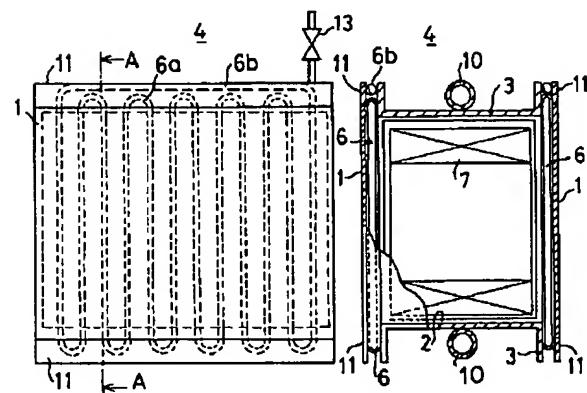
パイプの蛇行部の中間部が内部に埋設された絶縁板を固定し、ヒートパイプの蛇行部の端部をヒートシンクの側面に固定する押え板を設けることで、超電導コイルで発生した磁束を絶縁板及びこの絶縁板に埋設されたヒートパイプの蛇行部と鎖交させ、絶縁板とヒートパイプをこのヒートパイプの内部に注入された冷媒によって冷却し、この冷媒は、押え板を介してヒートシンクで冷却したので、重量や外形を増やすことなく、渦電流も防ぐことのできる超電導磁石を得ることができる。

【0048】また、請求項3に記載の発明によれば、超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクの両端の開口部に対して、無端状のヒートパイプの偏平なコイル部の片側の中間部が内部に埋設された絶縁板を固定し、ヒートパイプのコイル部の端部の片側をヒートシンクの側面に固定する押え板を設けることで、超電導コイルで発生した磁束を絶縁板及びこの絶縁板に片側の中間部が埋設されたヒートパイプと鎖交させ、絶縁板とヒートパイプをこのヒートパイプの内部に注入された冷媒によって冷却し、この冷媒は、押え板を介してヒートシンクで冷却したので、重量や外形を増やすことなく、渦電流も防ぐことのできる超電導磁石を得ることができる。

【0049】さらに、請求項4に記載の発明によれば、超電導コイルが収納された内槽が内部に収納される筒状のヒートシンクの両端の開口部に対して、絶縁板を取り付け、この一対の絶縁板に対して、中間部の両側が貫通し、一端がヒートシンクで冷却される複数のヒートパイプを設けることで、超電導コイルで発生した磁束を絶縁板及びこの絶縁板に中間部の両側が貫通したヒートパイプと鎖交させ、絶縁板とヒートパイプをこのヒートパイプの内部に注入された冷媒によって冷却し、この冷媒は、ヒートパイプの一端を冷却するヒートシンクによって冷却したので、重量や外形を増やすことなく、渦電流も防ぐことのできる超電導磁石を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】(a)は、本発明の超電導磁石の第1の実施例を示す正面図、(b)は、(a)のA-A断面図。

【図2】(a)は、図1(a)の前面図、(b)は、図1の部分拡大斜視図。

【図3】(a)は、本発明の超電導磁石の第2の実施例を示す正面図、(b)は、(a)のB-B断面図。

【図4】図3(a)の前面図。

【図5】本発明の超電導磁石の製造過程を示す図で、(a)は半面図、(b)は(a)のD-D断面図。

【図6】本発明の超電導磁石の図5と異なる製造過程を示す図で、(a)は半面図、(b)は(a)のE-E断面図。

【図7】本発明の超電導磁石の第3の実施例を示す図で、(a)は正面図、(b)は(a)のC-C断面図。

【図8】図7の前面図。

【図9】本発明の超電導磁石の第3の実施例の製造過程の第1の工程を示す平面図。

【図10】本発明の超電導磁石の第3の実施例の製造過程の第2の工程を示す平面図。

【図11】本発明の超電導磁石の第3の実施例の製造過程の第3の工程を示す斜視図。

【図12】本発明の超電導磁石の第4の実施例を示す正面図。

【図13】本発明の超電導磁石の第5の実施例を示す正面図。

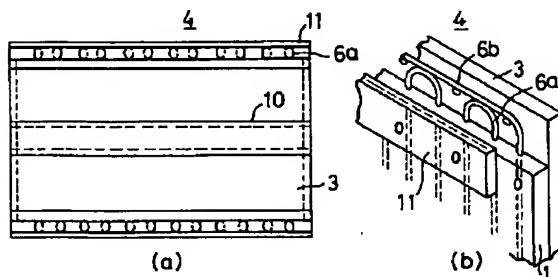
【図14】従来の超電導磁石の一例を示す図で、(a)は正面図、(b)は(a)の右側面図。

【図15】従来の超電導磁石の図14と異なる一例を示す図で、(a)は正面図、(b)は(a)の右側面図。

#### 【符号の説明】

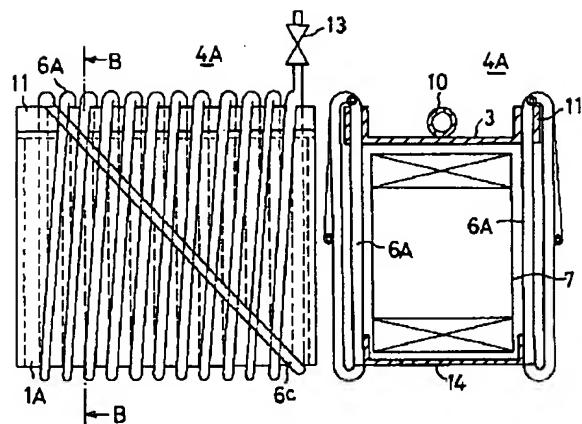
1, 1A, 1B…積層板、2…内槽、3, 3A…ヒートシンク、4, 4A…容器、6, 6A, 6B…ヒートパイプ、7…超電導コイル、10…冷却管、11…押え板、12…細管、13…封じ切りバルブ、14…シールド底板、15…シールド上板。

【図2】

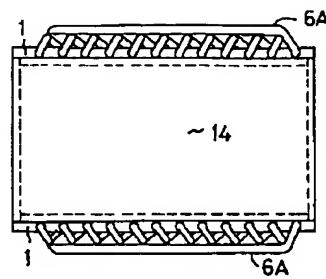


BEST AVAILABLE COPY

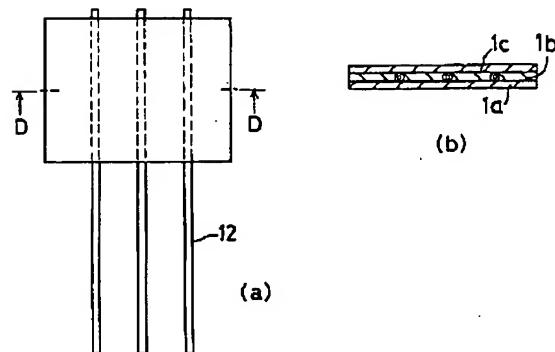
【図3】



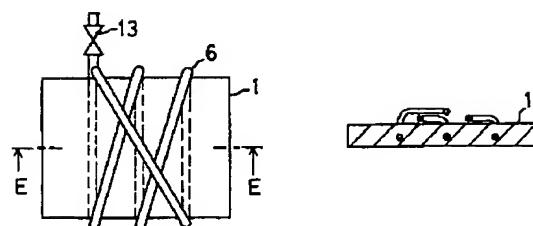
【図4】



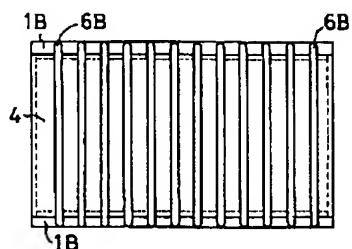
【図5】



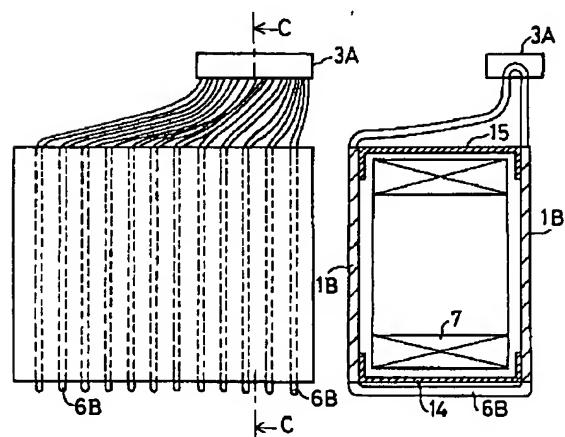
【図6】



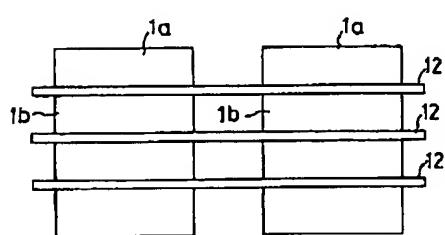
【図8】



【図7】



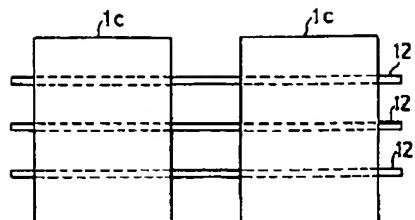
【図9】



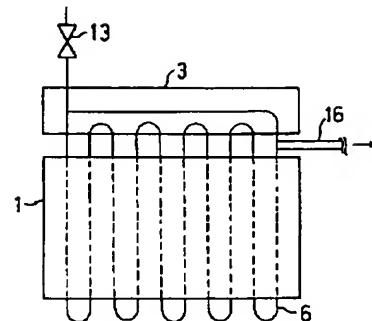
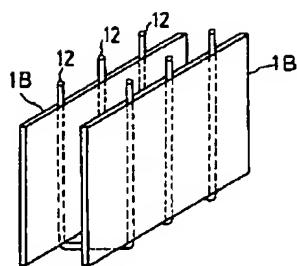
【図 1 0】

【図 1 1】

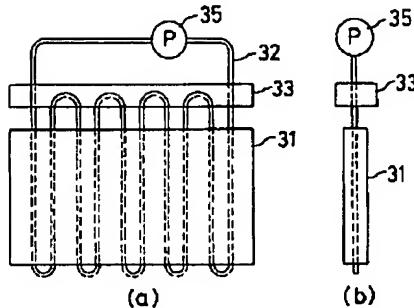
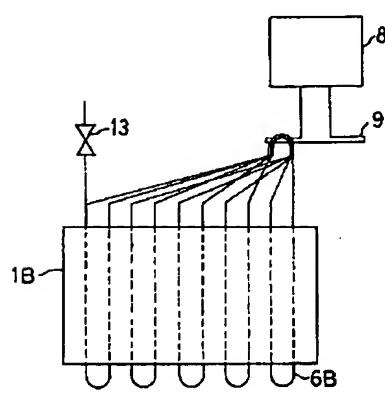
【図 1 2】



【図 1 3】

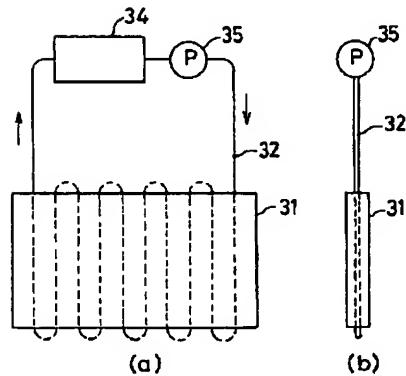


【図 1 4】



(a) (b)

【図 1 5】



(a)

(b)